

## 研究ノート

陸上競技男子 400mH 競技者における  
4 歩ハードルトレーニングの効果についてThe research of four step hurdle training of the interval male  
400mH Athletes About hurdling on the training effect.千葉 佳裕<sup>\*1</sup>・佐久間 和彦<sup>\*2</sup>柳谷 登志雄<sup>\*2</sup>・青木 和浩<sup>\*2</sup>CHIBA, Yoshihiro<sup>\*1</sup>; SAKUMA, Kazuhiko<sup>\*2</sup>YANAGIYA, Toshio<sup>\*2</sup>; AOKI, Kazuhiro<sup>\*2</sup>

## はじめに

400mH 走のレースパターンやインターバルの歩数に関する研究は多くなされているが、400mH のハードリング技術に関する研究は少ない、ハードリング技術を目的とした 4 歩インターバル走トレーニングを行い、非利き脚をリード脚としたハードリングに及ぼす影響をハードリング動作および加速度の観点から明らかにすることを目的とした。

被験者は陸上競技 400mH を専門とする男子学生競技者 8 名（ $21.25 \pm 1.49$  歳、 $177.46 \pm 5.03$ cm、 $64.19 \pm 4.71$ kg）であった。トレーニング内容は、第 3 種公認全天候型陸上競技場の曲走路に 6 台のハードルを 11.5m の間隔で並べインターバルを 4 歩で走るように指示した。また、スタートから 1 台目までの距離は 35m、6 台目からゴールまでの距離を 7.5m とし全長 100m のコースを設定した。トレーニングは、3 本/日、3 回/週で行い、全 4 週間、計 12 回実施した。トレーニング効果を測定するために、400mH の 200m-300m 区間に正規のインターバルで 3 台のハードルを並べ、14 歩でインターバルを疾走する測定を行なった。その際、加速度計及びハイスピードカメラを用いて、ハードリング及び疾走動作に作用する加速度、ハードリングタイム、ハードルを越え着地した時から踏み切りまでのタッチダウンタイム、ハードリング距離を測定項目とした。

トレーニング前後を比較して、ハードル重心高およびタッチダウンタイムに変化は認められなかった。しかしながら、ハードリングタイムには有意な差は認められなかったが、減少傾向が見られた。また、非利き脚の着地時においてトレーニング後に加速度が増大した。さらにハードリング距離では、利き脚・非利き脚ともにトレーニング後においてハードリング距離が有意に減少した。

---

\*1(城西大学 経営学部マネジメント総合学科非常勤講師) \*2(順天堂大学 スポーツ健康科学部スポーツ科学科 教授)  
\*3(順天堂大学 スポーツ健康科学部スポーツ科学科准教授)

トレーニングにより有意なタイムの減少は見られなかったが、非利き脚でハードリング距離が減少したことから、より短時間でハードリングが行なわれたと考えられる。このことから非利き脚のトレーニング技術向上に4歩インターバル走のトレーニングが有効であることが示唆された。

## 1. 緒言

陸上競技男子 400mH では、走速度や運動時間の観点からも、解糖系によるエネルギー供給機構が中心となると考えられ、特にレース後半には、ストライド長やピッチの低下に伴う走速度の低下が顕著に起こるのが一般的であり、これらの要因により全てのハードル間のインターバルを同一の歩数で走るとは困難であり、選手は歩数の変化を余儀なくされる。(長澤光雄 1996)日本人男子選手は、35m のインターバルを前半は 13~14 歩でクリアするのに対して、後半は 13~16 歩の歩数で調節しながら、ハードルをクリアするのが一般的である。

この際、インターバルが奇数の場合、2 歩の歩数増加では踏み切り脚は同じ脚となるが、一方で歩数の増加によりピッチを極端にあげなくてはならなくなり、走スピードの低下につながると考えられる。これに対して、1 歩の歩数増加ではピッチの増加は、インターバルを 2 歩増加した場合よりも小さくなり走スピードの低下を抑制することができるものの、踏み切り脚を利き脚から非利き脚へと切り替えなければならないことになる。そのため非利き脚での踏み切り技術を習得すること、および技術を向上させるかが重要であると考えられ、非利き脚の技術を高めることで 400mH のタイムは飛躍的に向上するものと考えられる。そこで陸上競技 400mH における 4 歩インターバル走トレーニングの実施が、非利き脚をリード脚としたハードリングにおよぼす効果を、ハードル走タイムおよびハードリング動作の観点から明らかにすることを本研究の目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

本研究の被験者は 400mH を専門として日常的に同種目の専門的なトレーニングを実施する男子学生競技者 8 名を用いた。

表1 被験者の特性

	身長(m)	体重(kg)	Age(歳)	記録(秒)
A	176	60.0	23	49.66
B	176	61.0	23	50.73
C	176	62.0	21	51.15
D	179.2	68.5	20	54.00
E	173	63.0	22	51.80
F	184	72.0	22	52.31
G	185	68.0	20	54.71
H	170.5	59.0	19	53.48
	177±5.03	64.19±4.71	21.25±1.49	52.23±1.73

## 1.2 トレーニング

トレーニングは400mトラックの第3コーナーから第4コーナーでおこなった。スタート地点から1台目のハードルまでを35m, ハードル間を11.5m, そして6台目のハードルからゴール地点までを7.5mとした全長100mのコース設定をし、インターバル間を4歩で疾走した。各被験者がこれを1回のトレーニングで3セットずつ実施した。被験者はこのインターバル走トレーニングを、4週間のトレーニング期間に週あたり3回、合計12日間実施した。

## 1.3 試技及び運動プロトコル

トレーニング前後において、ハードリングの効果を見るため、200m～300m区間の曲走路を使用し35m間隔にハードルを3台設置し、2台目側方を撮影した。なおインターバルは14歩で疾走し、2本目は非利き脚で跳ぶよう指示した。なお撮影にはデジタルビデオカメラ(EX-F1, CASIO, 日本)を用いて行った。各試技のビデオ映像から、ハードリング動作を踏み切り局面、空中局面、着地局面の3局面に分類した。そして踏み切り局面から着地局面に要したハードリングタイムを求めた。更に、踏み切り位置からハードルまでの距離、およびハードルから着地までの距離を動作分析ソフト(Frame-DIAS システム、DKH 社製、日本)を用いて各地点をデジタイズし、画素数を実長換算することで求めた。更に、左矢状面における被験者の身体分析点25点の二次元座標値を、目視によりデジタイズし、日本人アスリートの身体部分慣性係数(阿江通良 1992)を用いて身体合成重心の二次元座標値を求めた。なお、本研究において採用した身体分析点は、頭頂部、耳珠点、胸骨上縁、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、右手、左手、右肋骨下端、左肋骨下端、右大転子、左大転子、右膝、左膝、右足首、左足首、右かかと、左かかと、右拇指球、左拇指球、右つま先、左つま先、であった。

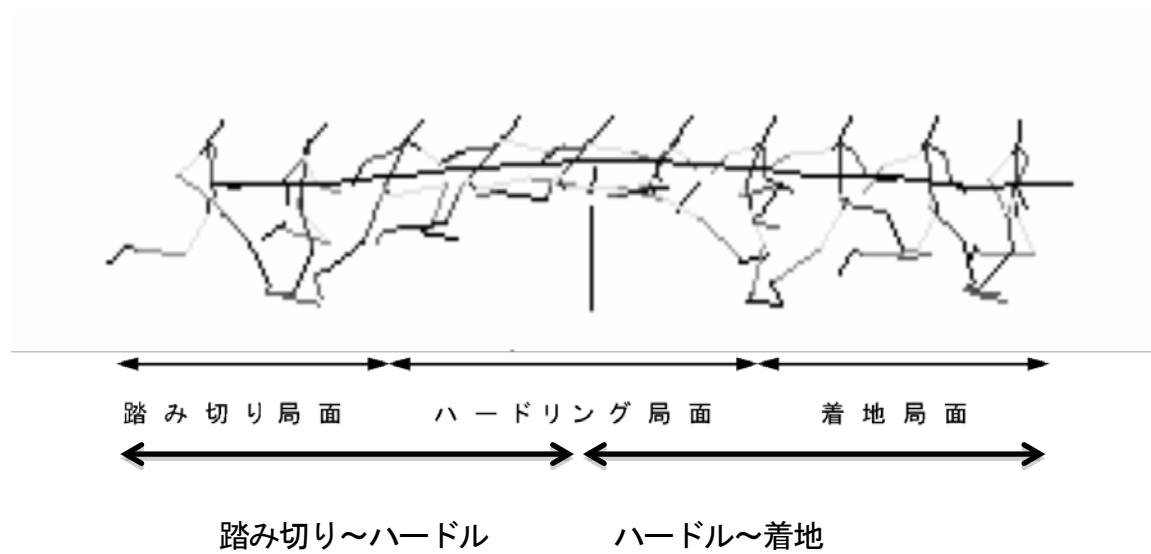


図. 2ハードリング局面定義

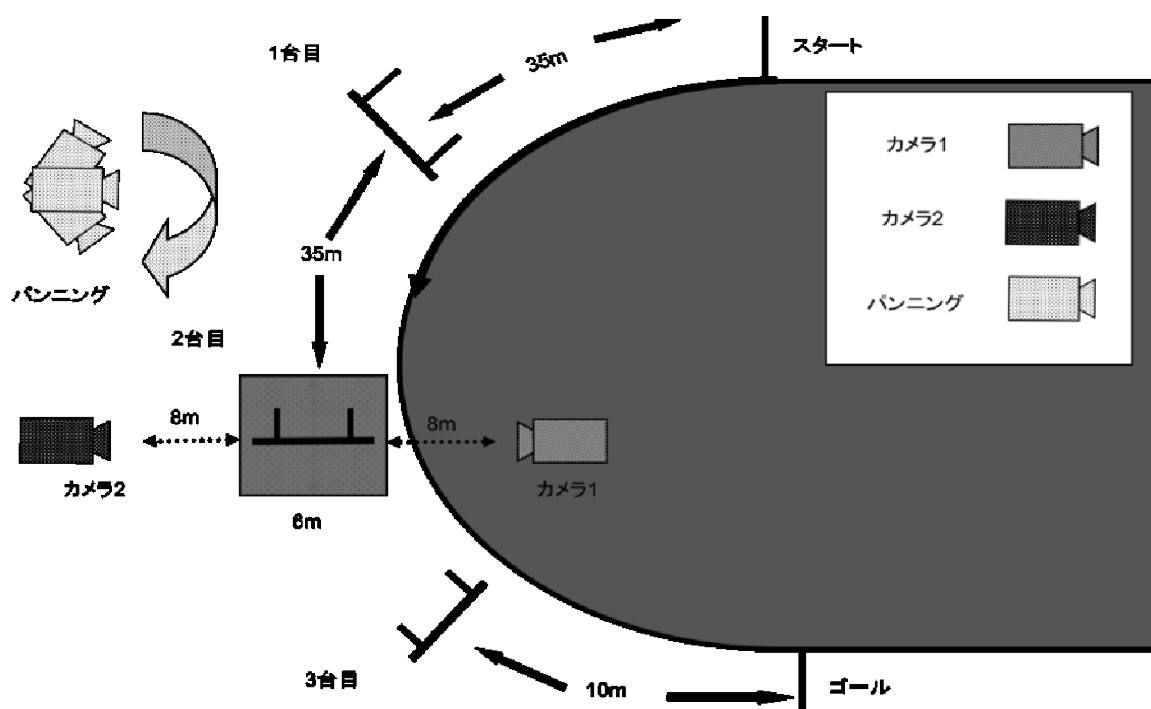


図. 3実験撮影概要

### 3. 結果

トレーニング前後を比較して、ハードル重心高およびタッチダウンタイムに変化は認められなかった。しかしながら、ハードリングタイムには有意な差は認められなかったが、減少傾向が見られた。さらにハードリング距離では、利き脚・非利き脚ともにトレーニング後においてハードリング距離が有意に減少した。

Pre テスト				Post テスト		
被験者	踏切～ ハードル	ハードル～ 着地	トータル距離	踏切～ ハードル	ハードル～ 着地	トータル距離
A	2.21	1.86	4.07	2.08	1.76	3.84
B	2.46	1.68	4.14	2.54	1.80	4.34
C	2.08	1.49	3.57	2.21	1.20	3.41
D	2.41	1.57	3.98	2.20	1.43	3.63
E	2.30	1.71	4.01	2.19	1.63	3.82
F	2.23	1.58	3.81	2.18	1.52	3.7
G	1.99	1.74	3.73	2.11	1.30	3.41
H	2.03	1.62	3.65	2.29	1.36	3.65
	2.21±0.17	1.66±0.12	3.87±0.21	2.23±0.14	1.50±0.22	3.73±0.30

図. 4 ハードリング距離 利き足

Pre テスト				Post テスト		
被験者	踏切～ ハードル	ハードル～ 着地	トータル距離	踏切～ ハードル	ハードル～ 着地	トータル距離
A	2.38	1.75	4.13	2.23	1.66	3.89
B	2.16	1.68	3.84	2.18	1.59	3.77
C	2.39	1.81	4.2	2.14	1.6	3.74
D	2.16	1.69	3.85	2.24	1.34	3.58
E	2.35	2.03	4.38	2.39	1.73	4.12
F	2.48	1.41	3.89	2.52	1.46	3.98
G	2.11	1.61	3.72	2.3	1.36	3.66
H	2.05	1.84	3.89	2.11	1.57	3.68
	2.26±0.16	1.73±0.18	3.99±0.22	2.26±0.14	1.54±0.14	3.80±0.18

図. 5 ハードリング距離 非利き足

## 4. 考察

### 4.1 利き脚ハードリング

本研究の結果, 被験者のハードリング距離においてのハードルから着地区間で Pre では  $1.66 \pm 0.12$  Post では  $1.50 \pm 0.22$  でありハードルから着地までの距離が近くなり, 両テスト間で有意な変化が認められた ( $P < 0.05$ )。しかしながら, ハードリングタイム, ハードルタッチダウタイム, ハードリング加速度, 身体重心高においては有意な変化は見られなかった。Lindeman, R (Lindeman R1995)はハードリング距離が 400mH 選手のハードリング技術の高さを示す指標となると述べており, 競技レベルが高くなるにつれハードリング距離が減少することを報告している。踏み切りからハードルまでの距離+ハードルから着地までの距離=ハードリング距離とし,  $2.22\text{m} + 1.28\text{m} = 3.5\text{m}$  というデータを示している。本研究のトレーニング前が  $2.21 \pm 0.17\text{m} + 1.66 \pm 0.12\text{m} = 3.87 \pm 0.21\text{m}$  であったが, トレーニング後では  $2.23 \pm 0.14\text{m} + 1.50 \pm 0.22\text{m} = 3.73 \pm 0.30\text{m}$  と減少していた。Lindeman, R (Lindeman R1995)が示すハードリング技術の指標としてのハードリング距離の減少は, ハードリング技術の改善と考えられ今回のトレーニングの有用性が示唆された。

ハードリング距離以外の項目において, 変化が見られなかった原因としてハードリングの成熟度が考えられる。非利き脚に比べ利き脚は一般的なトレーニングや試合においても多く使用され, 非利き脚に比べ使用頻度が高く成熟度が高いと考えられる。そのため有意な変化が認められなかったのではないかと考える。

### 4.2 非利き脚ハードリング

本研究の結果, 利き脚ハードリングと同様にハードリングタイム, ハードリングタッチダウタイム, ハードル重心高については有意な変化は認められなかった。しかしながら, ハードリング距離においては Pre が  $3.99 \pm 0.22\text{m}$  であったのに対し, Post は  $3.80 \pm 0.18\text{m}$  であり有意な変化が認められた ( $P < 0.05$ )。(榎木茂ら 1981, 宮下憲, 押切由夫 1975)らは, ハードルに対し遠くから踏み切りをすることで減速を抑えられると報告している。本研究ではAとCを除く被験者6名において踏み切り位置が遠くなり, 着地位置がハードルに近いという技術的な改善が減速を抑えたハードリング動作につながったのではないかと考えられる。これらのことは, 400mHにおいて重要とされる歩数の変化による非利き脚でのハードリングや曲走路でのハードリング技術向上に寄与すると考えられる。スムーズなハードリング動作を習得しその後の疾走動作に移行できたと考えられる。トレーニングにより有意なタイムの減少は見られなかったが, 非利き脚でハードリング距離が減少したことから, より短時間でハードリングが行なわれたと考えられる。このことから非利き脚のトレーニング技術向上に4歩インターバル走のトレーニングが有効であることが示唆された。

## 5. まとめ

400mH の指導現場ではスピード持久力や対乳酸性能力の獲得に多くの時間を費やす傾向がみられる。400mH のパフォーマンスを決定する要因に歩数の減少があげられることから 400m 走の疾走能力の向上を目指し、400mH 競技者のハードリング技術のトレーニングは軽視されてきた。非利き脚のハードリングに関するトレーニング方法の効果を示す研究が少ないことがあげられる。本研究ではそのような背景を考慮し、ハードリング技術改善に一助となるトレーニングの効果を検証した。結果、本トレーニングによって遠くから踏み切り近くに着地をするブレーキ動作の少ないハードリング技術が可能となった。しかしながら、Pre 測定はシーズン後半、Post 測定はシーズン後に行われえたことで気温差の影響が大きくインターバルランニング速度に有意な変化が見られなかった。そのためハードリング技術への有用性は見られたものの、疾走能力への変化は見られなかった。また、競技レベルの向上につれインターバル間の歩数の変化は避けられず非利き脚のハードリング技術は不可欠なものであり、(宮下憲 1991)が述べているように疾走動作に与える変化を少なくするハードリングを行うことが高パフォーマンスの条件である。これらのことより本研究で得られた結果は、4 歩インターバル走トレーニングの有効性を示しており、ハードリング技術向上の一助となると考えられる。

## 6. 謝辞

本研究に際して、様々なご指導を頂きました先生方に深謝いたします。また、実験の際に被験者を快く引き受けてくださり、そして多くのご指摘を下さいました後輩の皆様に感謝いたします。

## 7. 参考文献

阿江通良(1992)日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニズム 11, 23-33

榎木茂, 浅川正一, 湯浅景元, 斉藤昌久, 三宅一郎, 陶山三千也, 吉田泰成, 宮崎俊彦(1981)

熟練者と未熟練者におけるハードリングの写真分析 中京体育学研究 21 (1) , 141-147

Lindeman R(1995)400-Meter Hurdle Theory, TRACK COACH, 131, 4169-4171,

宮下憲, 押切由夫(1975)ハードリングの実験的研究, 東京学芸大学紀要, 5 部門 27, 164-172

宮下憲(1991)最新陸上競技入門シリーズ ハードル, ベースボールマガジン社, 79-83

長澤光雄(1996)400mハードルのストライドパターンに関する一考察, 陸上競技研究(25), 18-23